

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-025967

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

H01M 4/52

H01M 4/32

(21)Application number : 09-179941

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 04.07.1997

(72)Inventor : BABA YOSHITAKA
TADOKORO MIKIAKI
YANO TAKAYUKI

(54) NICKEL ELECTRODE ACTIVE MATERIAL FOR ALKALINE STORAGE BATTERY AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the capacity of an alkaline storage battery by obtaining nickel hydroxide active material easy in manufacturing, large in bulk density, excellent in conductivity, and being higher order.

SOLUTION: A cobalt compound of average valence of two or less is stuck to positive electrode active material containing nickel hydroxide as a main component. The cobalt compound-stuck positive electrode active material particles by a sticking process are heat treated in the coexistence of alkaline aqueous solution and oxygen so that the cobalt compound is stuck onto the surface of the positive electrode active material particles as a higher order cobalt compound with turbulent crystallinity containing alkaline cation. The positive electrode active material particles are mixed with the alkaline aqueous solution so as to form slurry, and the slurry is electrochemically oxidized so that the nickel hydroxide is formed into the higher order nickel compound of large bulk density.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3296754

[Date of registration] 12.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the nickel electrode active material for alkaline batteries characterized by being the nickel electrode active material for alkaline batteries which made the cobalt compound adhere to the front face of the positive-active-material particle which uses nickel hydroxide as a principal component, for said cobalt compound being a high order cobalt compound with which crystallinity contains turbulence and an alkali cation, and said nickel hydroxide being a high order nickel compound with large bulk density.

[Claim 2] The average valence of said high order nickel compound is a nickel electrode active material for alkaline batteries according to claim 1 characterized by being 2.15-2.40.

[Claim 3] Said high order cobalt compound is a nickel electrode active material for alkaline batteries according to claim 1 or 2 characterized by considering as 1 - 10 % of the weight to said positive-active-material all weight.

[Claim 4] It is the manufacture approach of the nickel electrode active material for alkaline batteries which a cobalt compound is made to adhere to the front face of the positive-active-material particle which uses nickel hydroxide as a principal component, and is used as the nickel electrode active material for alkaline batteries. The adhesion process at which an average valence makes the cobalt compound below divalent adhere to the positive-active-material particle which uses said nickel hydroxide as a principal component, Said positive-active-material particle to which the cobalt compound adhered according to said adhesion process is heat-treated under coexistence of an alkali water solution and oxygen. Crystallinity said cobalt compound Turbulence, The alkali heat treatment process made to adhere to the front face of said positive-active-material particle as a high order cobalt compound containing an alkali cation, The process which mixes with an alkali water solution the positive-active-material particle which passed through said alkali heat treatment process, and is made into a slurry, The manufacture approach of the nickel electrode active material for alkaline batteries characterized by having the charge process to which said slurry is electrochemically oxidized and bulk density uses said nickel hydroxide as a large high order nickel compound.

[Claim 5] The manufacture approach of the nickel electrode active material for alkaline batteries according to claim 4 characterized by adjusting the average valence of said high order nickel compound to 2.15-2.40 by adjusting charge quantity of electricity in said charge process.

[Claim 6] Said adhesion process is the manufacture approach of the nickel electrode active material for alkaline batteries according to claim 4 or 5 characterized by being the process which deposits a cobalt compound on the front face of the positive-active-material particle which uses said nickel hydroxide as a principal component.

[Claim 7] Said adhesion process is the manufacture approach of the nickel electrode active material for alkaline batteries according to claim 4 or 5 characterized by being the process which mixes both the positive-active-material particle, the cobalt hydroxide, cobalt oxide or cobalt hydroxide which uses said nickel hydroxide as a principal component, and cobalt oxide.

[Claim 8] Said high order cobalt compound is the manufacture approach of the nickel electrode active material for alkaline batteries given in either of claim 4 to claims 7 characterized by making it become 1 - 10 % of the weight to said positive-active-material all weight.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the nickel positive active material and its manufacture approaches of an alkaline battery, such as the nickel and hydrogen battery and nickel cadmium battery which used nickel hydroxide as positive active material, and a zinc nickel oxide battery, and relates to the nickel active material for alkaline batteries which used the cobalt compound for this positive active material as an electric conduction agent especially, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, compared with the former, the highly efficient battery is demanded by the rapid spread of the portable electrical and electric equipment and communication equipment. It is in such a background and amelioration of a nickel electrode active material is variously proposed also in the alkaline battery which uses nickel hydroxide as positive active material for much more high-performance-izing of a battery. For example, in JP,59-16269,A, the approach of making nickel hydroxide high order with an oxidizer is proposed. Since it becomes possible to increase the pack density to an electrode substrate when nickel hydroxide was made high order, it can make with high-density nickel hydroxide powder and this high-density nickel hydroxide powder is used as an active material, the energy density of a nickel electrode can be raised.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to the approach proposed in JP,59-16269,A, it is thought that effectiveness is in high capacity-ization theoretically, but actual -- bulk density -- large (** is small) -- ** -- electrochemical -- a desirable crystallized state -- Namely, it is hard to become beta mold oxy-nickel hydroxide (beta-NiOOH: 19.8cm³/mol). gamma mold oxy-nickel hydroxide (gamma-NiOOH: 30.6cm³/mol) whose bulk density is small (** is large) and is not desirable as an active material for ** nickel electrodes generates, or Only the front face of a nickel hydroxide particle received oxidation, and produced the problem that it was difficult to adjust the degree of oxidation. Moreover, the oxidizer remained in the nickel active material and a possibility of doing a bad influence within a battery also had it.

[0004] Since it was such, the approach of oxidizing electrochemically under existence of an alkali water solution as an approach of making nickel hydroxide making it high order was proposed. In this approach, after making conductive bases, such as foaming nickel, fill up with electric conduction adjuvants, such as nickel hydroxide and a cobalt compound, since nickel hydroxide is not made to make it high order and an oxidizer does not exist, it is an approach desirable to high-capacity-izing by being immersed into the electrolytic solution and carrying out the charge and discharge of the plate formed by doing in this way.

[0005] However, after oxidizing and returning the plate which filled up the conductive base with electric conduction adjuvants, such as nickel hydroxide and a cobalt compound, a possibility that an active material might be omitted in the washing process made to secede from alkali was produced, and all these processes produced the problem that it was complicated and the

production process of a plate became complicated. Moreover, while producing the problem that the reinforcement of conductive bases, such as foaming nickel, fell in the charge-and-discharge process which performs this oxidation and reduction, the problem that variation arose also in the oxidation condition was also produced.

[0006] Here, if nickel hydroxide is made high order on a direct electrochemistry target in the state of powder, it will become possible to obtain the alkaline battery of high capacity, but since nickel hydroxide itself is lacking in conductivity, it cannot oxidize nickel hydroxide by the usual electrochemical oxidation approach. For this reason, these people proposed the approach of forming a high order cobalt compound on the surface of nickel hydroxide in JP,8-148145,A and JP,8-148146,A in order to raise the conductivity of nickel hydroxide.

[0007] In the approach proposed in these JP,8-148145,A and JP,8-148146,A, the cobalt hydroxide of the front face of nickel hydroxide is made high order by depositing cobalt hydroxide on the front face of a nickel hydroxide particle, making an alkali water solution dropped at this thing, and heat-treating in heating air. Thus, since conductivity is high, and is mixed with a molecular level on a boundary with a nickel hydroxide particle, and will be in a condition with dense contact extremely and transfer of the electron in electrochemical reaction progresses smoothly, the high order cobalt compound formed on the surface of nickel hydroxide can be made with the electrode of high performance.

[0008] However, also in the approach proposed in above-mentioned JP,8-148145,A and above-mentioned JP,8-148146,A, since it was not made high order, that bulk density of nickel hydroxide was small, and it decreased relatively as compared with the case where the amount of active materials with which the conductive base of the predetermined volume can be filled up is filled up with an active material with large bulk density, and produced the problem that the capacity of the alkaline battery using this active material did not increase. Moreover, since it was necessary to form discharge reserve of the specified quantity in a negative-electrode plate if nickel hydroxide is not made high order, the utilization factor of a negative-electrode active material and the problem of falling were produced.

[0009] Then, it is in this invention being made in view of the above-mentioned trouble, it increasing the capacity of the alkaline battery using this active material while manufacture obtains the nickel hydroxide active material with which bulk density with good conductivity was large with the active material, and was easily made high order, and raising that active material utilization factor.

[0010]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] This invention is the nickel electrode active material for alkaline batteries which made the cobalt compound adhere to the front face of the positive-active-material particle which uses nickel hydroxide as a principal component, in order to solve the above-mentioned technical problem, in invention according to claim 1, a cobalt compound is a high order cobalt compound with which crystallinity contains turbulence and an alkali cation, and bulk density is using nickel hydroxide as the large high order nickel compound.

[0011] Thus, in a nickel hydroxide active material, if a larger, a high order, i.e., an average valence, nickel compound with large and bulk density than divalent is used, the pack density of an active material will become large and the alkaline battery of high capacity will come to be obtained. Moreover, since it becomes unnecessary to form discharge reserve in a negative electrode when a high order nickel compound is used as positive active material, it becomes possible to raise the active material utilization factor of a negative electrode. Furthermore, if crystallinity forms the high order cobalt compound containing turbulence and an alkali cation in the front face of high order nickel hydroxide, since electronic conduction nature is excellent, the active material utilization factor of a positive electrode and the cell capacity of a high order cobalt compound after overdischarge will improve.

[0012] In invention according to claim 2, the average valence of an above-mentioned nickel compound is specified as 2.15-2.40. Since it becomes unnecessary to form discharge reserve in a negative electrode while the pack density of an active material becomes large and the alkaline battery of high capacity comes to be obtained the more since the bulk density of a nickel

compound becomes large the more it enlarges the average valence of a nickel compound (i.e., so that it is made high order), it becomes possible to raise the active material utilization factor of a negative electrode. And if the average valence becomes larger than 2.40, a negative electrode will shift to electropositive potential, oxygen gas will occur, and the discharge will serve as the situation of reducing a cell property, in order to be regulated by the capacity of a negative electrode. Moreover, bulk density will not become so large if the average valence becomes smaller than 2.15. For this reason, as for the average valence of a nickel compound, it is desirable to specify it as 2.15-2.40.

[0013] In invention according to claim 3, the above-mentioned cobalt compound is specified as 1 - 10 % of the weight to the whole positive active material. If there are few amounts of the cobalt compound formed on the surface of a nickel compound, the electric conduction network formed into an active material is not enough, and since the amount of the nickel compound contributed to a cell reaction will decrease relatively if the amount increases, as for a cobalt compound, it is desirable to consider as 1 - 10 % of the weight to the whole positive active material.

[0014] Moreover, this invention is the manufacture approach of the nickel electrode active material for alkaline batteries which a cobalt compound is made to adhere to the front face of the positive-active-material particle which uses nickel hydroxide as a principal component, and is used as the nickel electrode active material for alkaline batteries. In order to solve an above-mentioned technical problem, it sets to invention according to claim 4. The adhesion process at which an average valence makes the cobalt compound below divalent adhere to the positive-active-material particle which uses nickel hydroxide as a principal component, The positive-active-material particle to which the cobalt compound adhered according to this adhesion process is heat-treated under coexistence of an alkali water solution and oxygen. Crystallinity a cobalt compound Turbulence, The alkali heat treatment process made to adhere to the front face of a positive-active-material particle as a high order cobalt compound containing an alkali cation, He is trying to have the process which mixes with an alkali water solution the positive-active-material particle which passed through the alkali heat treatment process, and is made into a slurry, and the charge process to which this slurry is electrochemically oxidized and bulk density uses nickel hydroxide as a large high order nickel compound.

[0015] If the positive-active-material particle to which the cobalt compound adhered according to the adhesion process is heat-treated under coexistence of an alkali water solution and oxygen in heating down stream processing, crystallinity will serve as a high order cobalt compound containing the alkali cation in turbulence and an alkali water solution, and a cobalt compound will be formed in the front face of a positive-active-material particle. Subsequently, if the slurry containing the positive-active-material particle by which the high order cobalt compound was formed in this way in the front face is electrochemically oxidized according to a charge process, nickel hydroxide will serve as a high order nickel compound with large bulk density.

[0016] He is trying to adjust the average valence of a high order nickel compound to 2.15-2.40 in invention according to claim 5 by adjusting charge quantity of electricity in an above-mentioned charge process. Thus, only by adjusting charge quantity of electricity, extent of high-order-izing of a high order nickel compound can be adjusted simply and correctly, without using an oxidizer etc. And the active material optimal as a nickel electrode active material for alkaline batteries comes to be obtained by adjusting the average valence to 2.15-2.40.

[0017] An above-mentioned adhesion process is in invention according to claim 6 to have considered as the process which deposits a cobalt compound on the front face of the positive-active-material particle which uses nickel hydroxide as a principal component. Thus, if it is made to deposit a cobalt compound on the front face of a positive-active-material particle, in the following alkali heat treatment process, a high order cobalt compound can be easily formed in the front face of a positive-active-material particle.

[0018] An above-mentioned adhesion process is in invention according to claim 7 to have considered as the process which mixes both the positive-active-material particle, the cobalt hydroxide, cobalt oxide or cobalt hydroxide which uses nickel hydroxide as a principal component, and cobalt oxide. Thus, while adhering to the front face of a positive-active-material particle in the following alkali heat treatment process since cobalt melts into an alkali water

solution even if it mixes, the adhering cobalt compound turns into a high order cobalt compound. [0019] Invention according to claim 8 is prescribed that an above-mentioned high order cobalt compound becomes 1 - 10 % of the weight to said positive-active-material all weight. If there are few amounts of the cobalt compound formed on the surface of a nickel compound, the electric conduction network formed into an active material is not enough, and since the amount of the nickel compound contributed to a cell reaction will decrease relatively if the amount increases, as for a cobalt compound, it is desirable to consider as 1 - 10 % of the weight to the whole positive active material.

[0020]

[Embodiment of the Invention]

a. Stirring the mixed water solution of a nickel sulfate which serves as 3 % of the weight of zinc, and 1 % of the weight of cobalt to nickel 100 by the one-fold production (1) example quantitative ratio of a nickel hydroxide active material, a zinc sulfate, and cobalt sulfate, add gradually a sodium-hydroxide water solution and an aqueous ammonia solution, make it maintain so that pH in a reaction solution may be set to 13-14, and deposit granular nickel hydroxide.

[0021] Next, specified quantity addition of the cobalt sulfate water solution of specific gravity 1.30 and 25% of the weight of the sodium hydroxide is carried out, the solution with which granular nickel hydroxide deposited is maintained so that pH in this reaction solution may be set to 9-10, and cobalt hydroxide (that average valence is a cobalt compound below divalent) is deposited around this nucleus by using a nickel hydroxide sludge as a crystalline germ in it. These granular objects are extracted, it rinses and dries, and it is granular and the nickel-zinc-cobalt system nickel hydroxide active material in which cobalt hydroxide was formed on the front face is created. In addition, if it does in this way and cobalt hydroxide is made to form in the front face of a nickel hydroxide active material, 7% of the weight of cobalt hydroxide will be generated to the whole nickel hydroxide active material.

[0022] Thus, if the nickel-zinc-cobalt system nickel active material in which cobalt hydroxide was formed on the front face is created, it deposits so that cobalt hydroxide may surround the front face of granular nickel hydroxide. Although the little dissolution nickel compound has permeated the interior of granular nickel hydroxide before, adding the alkali water solution which consists of a cobalt sulfate water solution and a sodium hydroxide on the other hand, this dissolution nickel compound deposits inside a particle in continuation one with the cobalt hydroxide which deposits on a particle front face by addition of an alkali water solution. For this reason, it will be thick on the front face of granular nickel hydroxide, and will change the maldistribution formation of the cobalt hydroxide into the condition that it is thin inside.

[0023] Thus, an alkali water solution (35% of the weight of sodium hydroxide) is sprayed for the granular nickel active material with which cobalt hydroxide was formed in the obtained front face by heat flowing down of an oxygen ambient atmosphere. In this case, a temperature up is carried out after it adjusts a heating degree so that the temperature of the granular nickel active material with which cobalt hydroxide was formed in that front face may become 60 degrees C, and spraying a 5 times as many alkali water solution (35% of the weight of sodium hydroxide) as this to the amount of cobalt until the temperature of an active material reaches 90 degrees C.

[0024] While the crystal structure of the cobalt hydroxide formed in the front face of granular nickel hydroxide is destroyed by such alkali heat treatment process and producing turbulence in the crystal structure according to it, oxidization of nickel hydroxide is promoted powerfully and serves as a high order cobalt compound with the larger average valence than divalent. For this reason, the granular nickel hydroxide which made that front face carry out maldistribution formation of the conductive good high order cobalt compound will be formed.

[0025] Thus, the fine-particles 100 weight section of granular nickel hydroxide which made the front face carry out maldistribution formation of the produced conductive good high order cobalt compound is kneaded with the alkali water solution (6-N potassium hydroxide) of the 150 weight sections, and a slurry 10 is produced. As shown in drawing 1, while filling up with this slurry 10 the porous container 20 which consists of unglazing earthenware etc., the nickel electrode 21 is inserted into this porous container 20. Subsequently, while arranging the nickel electrode 31 in a battery case 30, after pouring in the alkali water solution (6-N potassium hydroxide) 32, the

porous container 20 is arranged in this alkali water solution 32.

[0026] Subsequently, connect the nickel electrode 21 to the (+) side, and the nickel electrode 31 is connected to the (-) side. [of DC power supply 40] [of DC power supply 40] An electrical potential difference is impressed between these electrodes 21 and 31, and it is 100g (an equivalent for about 23000 mAh(s): that is) of fine particles of nickel hydroxide between two electrodes 21 and 31. in order to charge completely the nickel hydroxide active material containing a cobalt compound etc. -- per 1g of nickel hydroxide active materials -- the charge of about 230 mAh(s) -- being needed -- receiving -- a 600mA current -- passing -- predetermined time amount charge -- it carries out.

[0027] Thereby, the nickel hydroxide by the side of a positive electrode oxidizes, and serves as a nickel compound of a high order (2.3 **). On the other hand, in a negative-electrode side, hydrogen occurs by disassembly of the alkali water solution 32. Thus, after pure water washes the obtained fine particles, it dries and considers as the positive active material of this example 1. In addition, the relation of the average valence of the high order nickel compound generated in the charging current by the 600mA charging-time [at the time of passing as fixed] and positive-electrode side brought a result as shown in the next table 1.

[0028]

[Table 1]

充電時間	ニッケルの平均価数
1 0	2 . 2 5
1 2	2 . 3 0
1 5	2 . 3 8
2 0	2 . 4 7

[0029] In addition, after the average valence of the above-mentioned table 1 permuted residual divalent nickel by iron ion, it asked for it by oxidation reduction titration. That is, after dissolving an active material in an acetic acid and making it permute by iron (trivalent nickel is specifically permuted by divalent iron), it computes by carrying out oxidation reduction titration by potassium permanganate. In addition, same result is brought, even if it fixes the charging time and changes the charging current. The average valence of the high order nickel compound which will be obtained in short if charge quantity of electricity increases becomes large.

[0030] (2) Stirring the mixed water solution of a nickel sulfate which serves as 3 % of the weight of zinc, and 1 % of the weight of cobalt to nickel 100 by the example duplex quantitative ratio, a zinc sulfate, and cobalt sulfate, add gradually a sodium-hydroxide water solution and an aqueous ammonia solution, make it maintain so that pH in a reaction solution may be set to 13-14, and deposit granular nickel hydroxide.

[0031] Then, after filtering the obtained reaction solution, it dries by rinsing and the granular object of nickel-zinc-cobalt system nickel hydroxide is obtained. Thus, in the granular object of the obtained nickel hydroxide, 7% of the weight of cobalt hydroxide, cobalt oxide, or these both (these average valences serve as a cobalt compound below divalent) are mixed and stirred to a granular object, and cobalt hydroxide, cobalt oxide, or these both are made to adhere to the granular object of nickel hydroxide.

[0032] Thus, an alkali water solution (35% of the weight of sodium hydroxide) is sprayed for the cobalt hydroxide to which cobalt hydroxide, cobalt oxide, or these both adhered by heat flowing down of an oxygen ambient atmosphere. In this case, a temperature up is carried out after it adjusts a heating degree so that the temperature of nickel hydroxide may become 60 degrees C, and spraying a 5 times as many alkali water solution (35% of the weight of sodium hydroxide) as this to the amount of cobalt until the temperature of nickel hydroxide reaches 90 degrees C.

[0033] A cobalt hydroxide layer is formed in the front face of granular nickel hydroxide, since cobalt dissolves in an alkali water solution, oxidization of cobalt hydroxide is powerfully promoted by such alkali heat treatment process, and it serves as a high order cobalt compound with that

larger average valence than divalent according to it while it is destroyed by heat and the crystal structure of this cobalt hydroxide produces turbulence in a crystal structure. For this reason, the granular nickel hydroxide which made that front face carry out maldistribution formation of the conductive good high order cobalt compound will be formed. In addition, if it does in this way and a high order cobalt compound is made to form in the front face of a nickel hydroxide active material, 7% of the weight of a cobalt compound will be generated to the whole nickel hydroxide active material.

[0034] Subsequently, like the above-mentioned example 1, the fine-particles 100 weight section of nickel hydroxide is kneaded with the alkali water solution (6-N potassium hydroxide) of the 150 weight sections, a slurry 10 is produced, and while filling up with this slurry 10 the porous container 20 which consists of unglazing earthenware etc., the nickel electrode 21 is inserted into this porous container 20. Subsequently, while arranging the nickel electrode 31 in a battery case 30, after pouring in the alkali water solution (6-N potassium hydroxide) 32, the porous container 20 is arranged in this alkali water solution 32.

[0035] subsequently, the nickel electrode 21 -- the (+) side -- connecting -- the nickel electrode 31 -- the (-) side -- connecting -- between these electrodes 21 and 31 -- an electrical potential difference -- impressing -- between two electrodes 21 and 31 -- 100g of fine particles of nickel hydroxide -- receiving -- a 600mA current -- passing -- predetermined time amount charge -- carrying out . [of DC power supply 40] [of DC power supply 40] Thereby, the nickel hydroxide by the side of a positive electrode oxidizes, and serves as a nickel compound of a high order (2.3 **). On the other hand, in a negative-electrode side, hydrogen occurs by disassembly of the alkali water solution 32. Thus, after pure water washes the obtained fine particles, it dries and considers as the positive active material of this example 2. In addition, the relation of the average valence of the high order nickel compound generated by the charging-time and positive-electrode side is the same as that of Table 1 mentioned above.

[0036] (3) Stirring the mixed water solution of a nickel sulfate which serves as 3 % of the weight of zinc, and 1 % of the weight of cobalt to nickel 100 by the one-fold example quantitative ratio of a comparison, a zinc sulfate, and cobalt sulfate, add gradually a sodium-hydroxide water solution and an aqueous ammonia solution, make it maintain so that pH in a reaction solution may be set to 13-14, and deposit granular nickel hydroxide.

[0037] Then, after filtering the obtained reaction solution, it dries by rinsing and the granular object of nickel-zinc-cobalt system nickel hydroxide is obtained. Thus, in the granular object of the obtained nickel hydroxide, 7% of the weight of cobalt oxide (this average valence serves as a cobalt compound below divalent) is mixed and stirred to this granular object, and it considers as the active material of the example 1 of a comparison which added cobalt oxide in the granular object of nickel hydroxide.

[0038] (4) Stirring the mixed water solution of a nickel sulfate which serves as 3 % of the weight of zinc, and 1 % of the weight of cobalt to nickel 100 by the example duplex quantitative ratio of a comparison, a zinc sulfate, and cobalt sulfate, add gradually a sodium-hydroxide water solution and an aqueous ammonia solution, make it maintain so that pH in a reaction solution may be set to 13-14, and deposit granular nickel hydroxide.

[0039] Next, the cobalt sulfate water solution of specific gravity 1.30 and 25% of the weight of a sodium hydroxide are added, the solution with which granular nickel hydroxide deposited is maintained so that pH in this reaction solution may be set to 9-10, and cobalt hydroxide (that average valence is a cobalt compound below divalent) is deposited around this nucleus by using a nickel hydroxide sludge as a crystalline germ in it. These granular objects are extracted, it rinses and dries, and it is granular and the nickel-zinc-cobalt system nickel hydroxide active material in which cobalt hydroxide (it is 7 % of the weight to a nickel hydroxide active material) was formed on the front face is created.

[0040] Thus, an alkali water solution (35% of the weight of sodium hydroxide) is sprayed for the granular nickel active material with which cobalt hydroxide was formed in the obtained front face by heat flowing down of an oxygen ambient atmosphere. In this case, a temperature up is carried out after it adjusts a heating degree so that the temperature of the granular nickel active material with which cobalt hydroxide was formed in that front face may become 60 degrees C,

and spraying a 5 times as many alkali water solution (35% of the weight of sodium hydroxide) as this to the amount of cobalt until the temperature of an active material reaches 90 degrees C. Thus, let the granular nickel hydroxide which made the front face carry out maldistribution formation of the obtained conductive good high order cobalt compound be the active material of the example 2 of a comparison.

[0041] (5) Carry out [100g / of granular nickel hydroxide active materials which were obtained in the example 2 of example of comparison 3 comparison and which made the front face carry out maldistribution formation of the conductive good high order cobalt compound] neglect (in addition, neglect time amount is adjusted so that the valence of nickel may serve as about 2.3 **) of the 500ml of the sodium hypochlorites of 3 conventions under a strong base for about 3 hours, oxidize nickel hydroxide and consider as the nickel compound of a high order (about 2.3 **). Then, pure water fully washes and it considers as the active material of the example 3 of a comparison.

[0042] (6) Stirring the mixed water solution of a nickel sulfate which serves as 3 % of the weight of zinc, and 1 % of the weight of cobalt to nickel 100 by the four-fold example quantitative ratio of a comparison, a zinc sulfate, and cobalt sulfate, add gradually a sodium-hydroxide water solution and an aqueous ammonia solution, make it maintain so that pH in a reaction solution may be set to 13-14, and deposit granular nickel hydroxide.

[0043] Then, after filtering the obtained reaction solution, it dries by rinsing and the granular object of nickel-zinc-cobalt system nickel hydroxide is obtained. Thus, neglect (in addition, neglect time amount is adjusted so that the valence of nickel may serve as about 2.3 **) of the 500ml of the sodium hypochlorites of 3 conventions is carried out [100g / of granular objects of the obtained nickel hydroxide] under a strong base for about 3 hours, and nickel hydroxide is oxidized and it considers as the nickel compound of a high order (about 2.3 **). Then, 7% of the weight of cobalt oxide (this average valence serves as a cobalt compound below divalent) is mixed to this granular object in the granular object of the nickel hydroxide which fully washed with pure water and was obtained, and it considers as the active material of the example 4 of a comparison which added cobalt oxide at the granular object of nickel hydroxide.

[0044] b. measurement of an active material consistency -- when the consistency of each nickel hydroxide active material of the examples 1 and 2 produced as mentioned above and the examples 1-4 of a comparison was measured, a result as shown in the next table 2 was brought. In addition, measurement of this active material consistency was performed as follows. It weighs precisely the 10g of each above-mentioned active material at a time, respectively, tapping is performed 200 times using a 100 cc measuring cylinder, respectively, and the mass per cc is calculated. In addition, the active material consistency of the next table 2 shows the value which asked for the active material consistency of the example 3 of a comparison as 100.

[0045]

[Table 2]

活物質	ニッケル価数	活物質密度
実施例 1	2 . 3	1 0 9
実施例 2	2 . 3	1 0 9
比較例 1	2 . 0	1 0 3
比較例 2	2 . 0	1 0 5
比較例 3	2 . 3	1 0 0
比較例 4	2 . 3	9 8

[0046] The active material consistency of examples 1 and 2 became higher than the active material consistency of each example of a comparison so that clearly from the above-mentioned table 2. This reason is considered as follows. That is, generally, trivalent nickel hydroxide (oxy-nickel hydroxide) has the inclination for a consistency to become high as a consistency is high

as compared with divalent nickel hydroxide and a valence becomes large from divalent. moreover, a divalent cobalt compound (cobalt hydroxide or cobalt oxide) -- since ** is comparatively high -- such a cobalt compound -- a nickel hydroxide active material -- using (examples 1 and 4 of a comparison) -- an active material consistency becomes small.

[0047] Therefore, it is thought that the active material consistency of the nickel hydroxide active material of the examples 1 and 2 which have not added the cobalt compound becomes large. In addition, the nickel hydroxide active material of the examples 3 and 4 of a comparison is considered from an active material consistency being smaller than the nickel hydroxide active material of the examples 1 and 2 of a comparison, and bulk density is considered that many low gamma mold oxy-nickel hydroxide is generated.

[0048] c. production of a nickel electrode -- knead each nickel hydroxide active material 100 weight section of the examples 1 and 2 produced as mentioned above and the examples 1-4 of a comparison, and 0.2% of the weight of the hydroxypropylcellulose water-solution 50 weight section, and produce an active material slurry. Thus, desiccation is performed, after filling up the produced active material slurry with 95% of porosity into the substrate which consists of foaming nickel with a thickness of 1.6mm and being immersed in a PTFE (polytetrafluoroethylene) water solution. After desiccation, it rolled out and the non-sintering nickel positive electrode was produced so that it might become the thickness of 0.60mm.

[0049] d. a unipolar trial (1) active-material utilization factor -- the non-sintering nickel positive electrode produced as mentioned above is cut in a predetermined configuration from which a nickel hydroxide active material is set to 1g, and consider as an electrode plate, hold these electrode plates and nickel plates in the battery case of an open sand mold, using a nickel plate as a counter electrode of this electrode plate, pour in 25% of the weight of the potassium-hydroxide electrolytic solution into this battery case, and produce the simple cel of an open sand mold. Thus, charge was performed in the produced simple cel by the charging current of 0.1C for 24 hours, and the charge and discharge test made to discharge until a termination electrical potential difference is set to -0.8V to nickel after that by the discharge current of 1/3C was performed. When omitted the active material of an electrode plate, the amount of active materials was calculated after the trial, the discharge capacity per this amount of active materials of 1g was calculated and the active material utilization factor (utilization factor) was computed based on following several 1 from the ratio of the discharge capacity to theoretical discharge capacity, a result as shown in the following table 3 was brought.

[0050]

[Equation 1]

Utilization factor = (discharge capacity / theoretical discharge capacity) x 100 (%)

In addition, theoretical discharge capacity was computed as 289mAh(s) per 1g of nickel hydroxide, and the cobalt compound etc. was converted into this theoretical discharge capacity only with the nickel hydroxide which is not included.

[0051] (2) The discharge current of 0.05C performs the continuous discharge trial of 48 hours at the room temperature of 0 degree C using the plate bloating tendency above-mentioned simple cel. The generation quantitative ratio (the amount of generation of the amount of generation / beta mold nickel hydroxide of gamma mold nickel hydroxide) of gamma mold nickel hydroxide and beta mold nickel hydroxide which performed the X-ray diffraction trial and generated the active material after a continuous discharge trial by discharge was measured, and this generation quantitative ratio was made into the index of the bloating tendency of a plate. This bloating tendency brought a result as shown in the following table 3. And a thing with this smaller numeric value will be more desirable as a nickel electrode, considering the definition of this bloating tendency. In addition, in this bloating tendency, the bloating tendency of the electrode using the active material of the example 3 of a comparison was searched for as 100.

[0052]

[Table 3]

活物質	ニッケル価数	活物質密度	利用率	膨潤性	単位体積容量
実施例 1	2. 3	1 0 9	1 0 1	8 1	1 1 0
実施例 2	2. 3	1 0 9	1 0 1	8 2	1 1 0
比較例 1	2. 0	1 0 3	9 5	7 9	9 8
比較例 2	2. 0	1 0 5	9 9	8 0	1 0 4
比較例 3	2. 3	1 0 0	1 0 1	1 0 0	1 0 1
比較例 4	2. 3	9 8	1 0 1	9 8	9 9

[0053] In addition, in the above-mentioned table 3, unit volume capacity was calculated by the product (for example, setting in the example 1 $109 \times 1.01 = 110$) of an active material consistency and a utilization factor.

[0054] In the active material utilization factor, the active material utilization factor of the electrode plate using the active material of the example 1 of a comparison was small, and the active material utilization factor of the electrode plate using other active materials showed the almost same active material utilization factor so that more clearly than the above-mentioned table 3. Moreover, the electrode plate with which the unit volume capacity which can be expressed with the product of an active material utilization factor and an active material consistency used the active material of an example 1 and an example 2 was large, and the electrode plate using the active material of each example of a comparison was small.

[0055] As for the electrode plate using the active material of the example 1 of a comparison which does not have the cobalt compound made high order on the front face of a nickel hydroxide particle, an active material utilization factor and unit volume capacity become the lowest. Namely, subsequently Even if it has the cobalt compound made high order on the front face of a nickel hydroxide particle Since the electrode plate using the active material of the examples 3 and 4 of a comparison which did not make high order electrochemically the electrode plate and nickel hydroxide using an active material of the example 2 of a comparison which did not make nickel hydroxide high order had the low active material consistency, unit volume capacity became low.

[0056] Moreover, in the bloating tendency of a plate, nickel hydroxide is not electrochemically made high order and the rate of swelling of the electrode plate using the active material of the examples 3 and 4 of a comparison which oxidized chemically with the oxidizer is inferior as compared with other things. From this, if the active material of the examples 3 and 4 of a comparison oxidizes chemically with an oxidizer, it will be considered that gamma mold oxy-nickel hydroxide is generated so much.

[0057] e. Mix the production misch metal (Mm: mixture of rare earth elements) of a negative electrode, nickel, cobalt, aluminum, and manganese by the ratio of 1:3.6:0.6:0.2:0.6, carry out induction heating of this mixture with the high frequency induction furnace of an argon gas ambient atmosphere, and make with an alloy molten metal. The ingot of the hydrogen storing metal alloy which cools this alloy molten metal by the well-known approach, and is expressed with empirical formula $Mm1.0nickel3.6Co0.6aluminum0.2Mn0.6$ is produced. This hydrogen storing metal alloy ingot is ground mechanically, and to the hydrogen storing metal alloy powder whose mean particle diameter is about 100 micrometers, and nothing and this hydrogen storing metal alloy powder, the water of optimum dose is added, it mixes with binders, such as polyethylene oxide, and a hydrogen storing metal alloy paste is produced. This paste is applied to a punching metal, after drying, it rolls out in thickness of 0.4mm, and a hydrogen storing metal alloy negative electrode is produced.

[0058] f. production of a cell -- insert this electrode group in a sheathing can after ****(ing) the non-sintering nickel positive electrode (what was cut in the predetermined dimension so that a nickel hydroxide active material might be set to about 5g) and hydrogen storing metal alloy

negative electrode which were produced as mentioned above through the separator of the nonwoven fabric made from polypropylene and producing a spiral electrode group. Then, a potassium-hydroxide water solution is poured in as the electrolytic solution into a sheathing can, a sheathing can is obturated further, and the nickel-hydrogen battery of AA size of nominal capacity 1AH is assembled.

[0059] g. Overdischarge characteristic test (capacity recovery factor)

The following (1) – (7) procedures performed the overdischarge trial using the nickel-hydrogen battery produced as mentioned above.

[0060] (1) After it charges by 1200mAh and cell voltage serves as the maximum, suspend charge, when cell voltage falls by 10mV, and stop for 1 hour.

(2) Make it discharge after a 1-hour pause until cell voltage is set to 1V by the 1200mA discharge current. The discharge capacity X is calculated from the charging time value at this time.

(3) Subsequently, carry out forcible discharge by the 60 moremA discharge current after discharge for 16 hours.

(4) After it charges by 1200mAh and cell voltage serves as the maximum again, suspend charge, when cell voltage falls by 10mV, and stop for 1 hour.

(5) Make it discharge after a 1-hour pause until cell voltage is set to 1V by the 1200mA discharge current.

(6) Subsequently, carry out forcible discharge by the 60 moremA discharge current after discharge for 16 hours.

[0061] (7) The above (4) The discharge capacity Y after overdischarge is further calculated [the charge-and-discharge cycle of – (6)] for the charge-and-discharge cycle of the above (4) and (5) after 9 cycle ***** from the charging time value at the time of (5) of 5 cycle repeat and the last.

[0062] Thus, the capacity recovery factor Z after overdischarge is computed as $Z=(Y/X) \times 100(\%)$ from the calculated discharge capacity X and Y. This result came to be shown in the following table 4. In addition, in Table 4, it asked for the capacity recovery factor of the nickel-hydrogen battery produced using the active material of the example 3 of a comparison as 100.

[0063]

[Table 4]

活物質	ニッケル価数	容量回復率
実施例 1	2 . 3	1 1 9
実施例 2	2 . 3	1 1 9
比較例 1	2 . 0	1 0 0
比較例 2	2 . 0	1 2 0
比較例 3	2 . 3	1 0 0
比較例 4	2 . 3	9 8

[0064] The capacity recovery factor of the nickel-hydrogen battery produced using the active material of examples 1 and 2 and the example 2 of a comparison was large so that more clearly than the above-mentioned table 4. If the nickel hydroxide active material (active material of examples 1 and 2 and the example 2 of a comparison) with which the high order cobalt compound was formed in the front face from this is used, a capacity recovery factor will become large, but even if a high order cobalt compound makes it form in the front face, when nickel hydroxide is made high order with an oxidizer (active material of the example 3 of a comparison), it turns out conversely that a capacity recovery factor becomes small. If this reason oxidizes chemically with a nickel hydroxide oxidizer and is made high order, it can be considered with since gamma mold oxy-nickel hydroxide is generated so much.

[0065] h. a cycle property -- consider the relation between the nickel valence of the nickel-hydrogen battery using the nickel hydroxide active material produced according to the occasion and an example 1, and a cycle property. In the charge process stated by the above-mentioned term of a. (1), the active material (charging-time 12 hours) of the average valence 2.30 of the nickel which adjusted the charging time and was obtained is used as an active material A, use the active material (charging-time 16 hours) of the average valence 2.40 of nickel as an active material B, and let the active material (charging-time 19 hours) of the average valence 2.45 of nickel be an active material C. Thus, a nickel electrode is produced, respectively by the approach same with producing by the term of Above c using each obtained active materials A, B, and C. A nickel-hydrogen battery is produced by the approach same with producing by the term of Above f, respectively, using respectively each of these nickel electrodes and the hydrogen storing metal alloy negative electrode (in addition, this negative electrode shall have an electrode twice the discharge capacity of nickel) produced by the term of Above e.

[0066] The following (1) - (4) procedures performed the spark test for each nickel-hydrogen battery produced by carrying out such.

(1) After it charges by 1200mAh and cell voltage serves as the maximum, when cell voltage falls by 10mV, suspend charge.

(2) Stop charge for 1 hour. (3) Make it discharge after a 1-hour pause until cell voltage is set to 1V by the 1200mA discharge current.

(4) Stop discharge for 1 hour.

(5) Make above (1) - (4) charge-and-discharge process into 1 cycle, and it is 100 cycle

*****.

[0067] And while measuring discharge quantity of electricity alpha of 1 cycle eye, when discharge quantity of electricity beta of a 100 cycle eye was measured and the cycle property was investigated in quest of the discharge quantity of electricity ratio (beta/alpha), a result as shown in the following table 5 was brought. In addition, in Table 5, it asked for the discharge quantity of electricity ratio of the nickel-hydrogen battery using an active material A as 100.

[0068]

[Table 5]

活物質	ニッケル価数	サイクル特性
A	2. 3 0	1 0 0
B	2. 4 0	1 0 0
C	2. 4 5	5 3

[0069] It turns out that the discharge quantity of electricity ratio of the nickel-hydrogen battery using an active material C (the nickel valence of an active material average is 2.45) falls extremely so that more clearly than the above-mentioned table 5. As this cause, if a nickel valence is made larger than 2.4, it is possible that negative-electrode capacity decreases in the discharge last stage of a cell, a negative electrode comes to govern cell capacity, a negative electrode deteriorates in connection with a charge-and-discharge cycle, and capacity falls.

[0070] That is, in the alkaline battery of closed mold, it is usually set as the condition that a positive electrode governs the capacity of a cell. That is, the potential of a positive electrode changes to ** and, as for the potential of a cell falling in the discharge last stage of a cell, as for the potential of a negative electrode, it is advantageous to change into the condition of not changing. This is for the property of a negative electrode to fall greatly, when a cadmium negative electrode and a hydrogen storing metal alloy negative electrode become the oxidation reduction potential of a nickel hydroxide positive electrode. In addition, although an active material utilization factor falls when a positive electrode also becomes the oxidation reduction potential of a negative electrode, as compared with the case where a negative electrode falls, effect is small.

[0071] Thus, the condition (remaining capacity) of having given capacity to the extent negative

electrode which it is also at the time of the discharge last stage of a positive electrode is desirable so that the potential behavior of the negative electrode within a cell may become stability. Generally the thing of the remaining capacity of this negative electrode is called discharge reserve. It is because a negative electrode changes to oxygen evolution potential that the current density should be maintained, so degradation of a property will arise in a negative electrode if the capacity of a negative electrode is lost before the capacity of a positive electrode is lost. In order to secure such discharge reserve conventionally, divalent nickel hydroxide and the cobalt compound below trivalent were used, and the approach of charging a negative electrode beforehand and enlarging capacity of a negative electrode was adopted.

[0072] Therefore, if the nickel valence of a positive electrode exceeds 2.4 in the condition of not charging a negative electrode beforehand, a negative electrode will come to govern cell capacity, and in connection with a charge-and-discharge cycle, it is necessary to make or less into 2.4 the average nickel valence of the nickel hydroxide active material of ** and a positive electrode with which a negative electrode deteriorates like this invention. Moreover, if the average nickel valence of the nickel hydroxide active material of a positive electrode is made smaller than 2.15, since the improvement effectiveness in an active material consistency and the discharge reserve reduction effectiveness will no longer be acquired, it is necessary to make the average nickel valence of the nickel hydroxide active material of a positive electrode or more into 2.15. As for the average nickel valence of the nickel hydroxide active material of this to a positive electrode, it is desirable to adjust to the range of 2.15-2.4.

[0073] In addition, although he is trying for quantity of electricity of the charge as a means to face oxidizing electrochemically and making nickel hydroxide high order in this operation gestalt, and to adjust a nickel valence to adjust, the nickel hydroxide hardly made high order with the oxy-nickel hydroxide made trivalent is mixed, and you may make it adjust the nickel valence as an average of the whole active material as 2.15-2.40.

[0074] i. -- examination of the amount of cobalt -- the relation between the nickel valence of the nickel-hydrogen battery using the nickel hydroxide active material produced according to the occasion and an example 1 and a cycle property is considered. Stirring the mixed water solution of a nickel sulfate which serves as 3 % of the weight of zinc, and 1 % of the weight of cobalt to nickel 100 by the weight ratio, a zinc sulfate, and cobalt sulfate like the above-mentioned example 1, add gradually a sodium-hydroxide water solution and an aqueous ammonia solution, it is made to maintain so that pH in a reaction solution may be set to 13-14, and granular nickel hydroxide is deposited.

[0075] Next, the cobalt sulfate water solution of specific gravity 1.30 and 25% of the weight of a sodium hydroxide are added, the solution with which granular nickel hydroxide deposited is maintained so that pH in this reaction solution may be set to 9-10, and cobalt hydroxide is deposited around this nucleus by using a nickel hydroxide sludge as a crystalline germ in it. At this time, by adjusting the addition of a cobalt sulfate water solution, the amount of deposits of cobalt hydroxide is adjusted and 0.7 % of the weight, 1.0 % of the weight, 3.0 % of the weight, 7.0 % of the weight, 10.0 % of the weight, and 11.0% of the weight of cobalt hydroxide is deposited to a nickel hydroxide active material, respectively.

[0076] The granular object which carried out such and adjusted the amount of deposits of cobalt hydroxide is extracted, it rinses and dries, and it is granular and the nickel-zinc-cobalt system nickel hydroxide active materials D, E, F, G, H, and I formed 11.0% of the weight, respectively are created for cobalt hydroxide 10.0% of the weight 7.0% of the weight to a nickel hydroxide active material 0.7 % of the weight, 1.0 % of the weight, and 3.0% of the weight in that front face.

[0077] Thus, a nickel electrode is produced, respectively by the approach same with producing the created nickel hydroxide active materials D, E, F, G, H, and I by the term of Above c like the example 1 mentioned above, respectively using each active materials D, E, F, G, H, and I obtained by alkali-heat-treating and charge processing. The non-sintering nickel positive electrode produced as mentioned above is cut in a predetermined configuration from which a nickel hydroxide active material is set to 1g, and it considers as an electrode plate, and these electrode plates and nickel plates are held in the battery case of an open sand mold, using a nickel plate as a counter electrode of this electrode plate, 25% of the weight of the potassium-hydroxide

electrolytic solution is poured in into this battery case, and the simple cel of an open sand mold is produced.

[0078] Thus, charge was performed in the produced simple cel by the charging current of 0.1C for 24 hours, and the charge and discharge test made to discharge until a termination electrical potential difference is set to -0.8V to nickel after that by the discharge current of 1/3C was performed. When the active material of an electrode plate was omitted, the amount of active materials was calculated after the trial and the discharge capacity per this amount of active materials of 1g (unit active material capacity) was calculated, a result as shown in the following table 6 was brought. In addition, in Table 6, the discharge capacity (unit active material capacity) of the nickel hydroxide positive-electrode plate using an active material F (that whose amount of cobalt is 3.0 % of the weight) was calculated as 100.

[0079]

[Table 6]

活物質	ニッケル価数	コバルト量	単位活物質容量
D	2.30	0.7	93
E	2.30	1.0	99
F	2.30	3.0	100
G	2.30	7.0	101
H	2.30	10.0	100
I	2.30	11.0	95

[0080] Even if there are many amounts of cobalt at least so that more clearly than the above-mentioned table 6, unit active material capacity decreases. This reason can be considered as follows. That is, since the electric conduction network formed into an active material is not enough if there are few amounts of cobalt than 1.0 % of the weight and all active materials are not returned at the time of discharge, it is thought that unit active material capacity decreases. Moreover, if the amount of cobalt increases more than 10.0 % of the weight, the electric conduction network formed into an active material will become enough, but in order that the amount of cobalt which does not participate in direct electrochemical reaction may lessen relatively the amount of nickel hydroxide active materials which participates in direct electrochemical reaction, it is thought that unit active material capacity decreases.

[0081] Therefore, as for the amount of cobalt to the whole active material, it is desirable to consider as 1.0 - 10 % of the weight.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline of the equipment for making nickel hydroxide high order in the charge process of this invention.

[Description of Notations]

10 [-- A battery case, 31 / -- A nickel electrode, 32 / -- The alkali electrolytic solution, 40 / -- DC power supply] -- A slurry, 20 -- A porous container, 21 -- A nickel electrode, 30

[Translation done.]

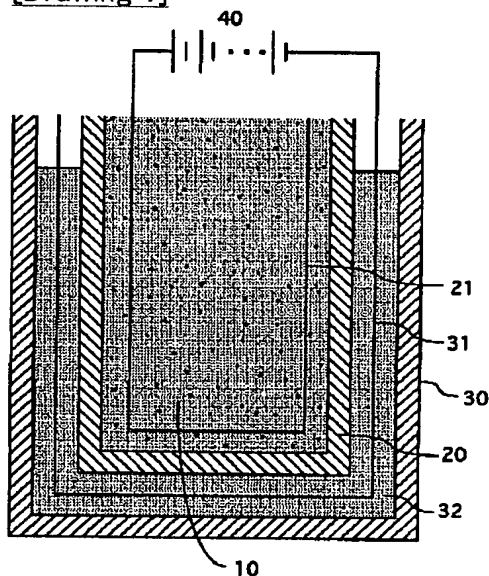
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-25967

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 M 4/52
4/32

識別記号

F I

H 0 1 M 4/52
4/32

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-179941

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月4日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 馬場 良貴

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 田所 幹朗

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72) 発明者 矢野 尊之

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

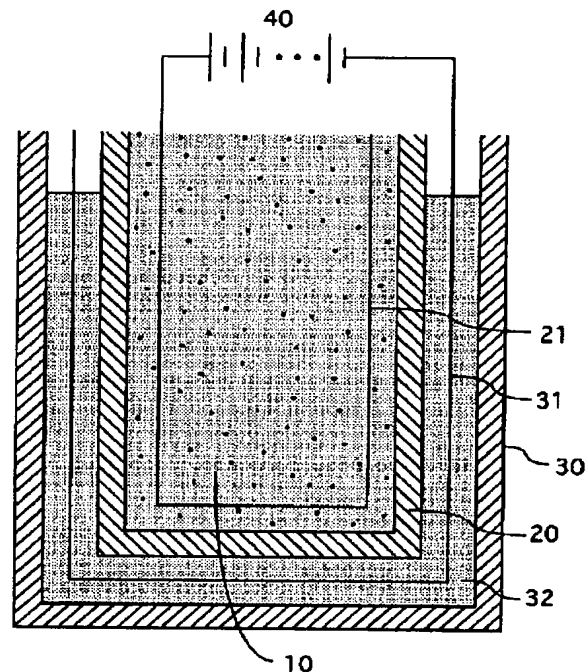
(74) 代理人 弁理士 長谷 照一 (外2名)

(54) 【発明の名称】 アルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造が容易で、かつ導電性が良好な高密度が大きくて高次化された水酸化ニッケル活物質を得てアルカリ蓄電池の容量を増大させる。

【解決手段】 水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子に平均価数が2価以下のコバルト化合物を付着させる付着工程と、この付着工程によりコバルト化合物が付着した正極活物質粒子をアルカリ水溶液および酸素の共存下で加熱処理してコバルト化合物を結晶性が乱れ、アルカリカチオンを含む高次コバルト化合物として正極活物質粒子の表面に付着させるアルカリ熱処理工程と、アルカリ熱処理工程を経た正極活物質粒子をアルカリ水溶液と混合してスラリーとする工程と、このスラリーを電気化学的に酸化して水酸化ニッケルを高密度が大きい高次ニッケル化合物とする充電工程とを備えるようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子の表面にコバルト化合物を付着させたアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質であって、前記コバルト化合物は結晶性が乱れ、アルカリカチオンを含む高次コバルト化合物であり、前記水酸化ニッケルは高密度が大きい高次ニッケル化合物であることを特徴とするアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質。

【請求項2】 前記高次ニッケル化合物の平均価数は2.15～2.40であることを特徴とする請求項1に記載のアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質。

【請求項3】 前記高次コバルト化合物は前記正極活物質全重量に対して1～10重量%としたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質。

【請求項4】 水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子の表面にコバルト化合物を付着させてアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質とするアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質の製造方法であって、前記水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子に平均価数が2価以下のコバルト化合物を付着させる付着工程と、前記付着工程によりコバルト化合物が付着した前記正極活物質粒子をアルカリ水溶液および酸素の共存下で加熱処理して前記コバルト化合物を結晶性が乱れ、アルカリカチオンを含む高次コバルト化合物として前記正極活物質粒子の表面に付着させるアルカリ熱処理工程と、前記アルカリ熱処理工程を経た正極活物質粒子をアルカリ水溶液と混合してスラリーとする工程と、前記スラリーを電気化学的に酸化して前記水酸化ニッケルを高密度が大きい高次ニッケル化合物とする充電工程とを備えたことを特徴とするアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質の製造方法。

【請求項5】 前記充電工程における充電電気量を調整することにより前記高次ニッケル化合物の平均価数を2.15～2.40に調整するようにしたことを特徴とする請求項4に記載のアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質の製造方法。

【請求項6】 前記付着工程は前記水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子の表面にコバルト化合物を析出させる工程であることを特徴とする請求項4または請求項5に記載のアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質の製造方法。

【請求項7】 前記付着工程は前記水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子と水酸化コバルトまたは酸化コバルトあるいは水酸化コバルトと酸化コバルトの両方とを混合する工程であることを特徴とする請求項4または請求項5に記載のアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質の製造方法。

【請求項8】 前記高次コバルト化合物は前記正極活物質全重量に対して1～10重量%となるようにしたことを特徴とする請求項4から請求項7のいずれかに記載のアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は正極活物質として水酸化ニッケルを用いたニッケル・水素蓄電池、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・亜鉛蓄電池などのアルカリ蓄電池のニッケル正極活物質およびその製造方法に係り、特に、この正極活物質にコバルト化合物を導電剤として用いたアルカリ蓄電池用ニッケル活物質およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯用電気・通信機器の急速な普及により従来に増して高性能な蓄電池が要請されている。このような背景にあって、水酸化ニッケルを正極活物質とするアルカリ蓄電池においても、蓄電池の一層の高性能化のため、ニッケル電極活物質の改良が種々提案されている。例えば、特開昭59-16269号公報においては、水酸化ニッケルを酸化剤で高次化する方法が提案されている。水酸化ニッケルを高次化すると、高密度な水酸化ニッケル粉末となすことができ、この高密度な水酸化ニッケル粉末を活物質とした場合、電極基板への充填密度を増大させることが可能となるため、ニッケル電極のエネルギー密度を向上させることができるようになる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭59-16269号公報において提案された方法によれば、理論的には高容量化に効果があると考えられるが、実際には、高密度が大きく（嵩が小さい）て電気化学的に望ましい結晶状態、即ち、 β 型オキシ水酸化ニッケル（ $\beta\text{-NiOOH}$ ：19.8 cm³/mol）になりにくく、高密度が小さく（嵩が大きい）てニッケル電極用活物質として望ましくない γ 型オキシ水酸化ニッケル（ $\gamma\text{-NiOOH}$ ：30.6 cm³/mol）が生成したり、水酸化ニッケル粒子の表面のみが酸化を受けたり、酸化の度合いを調整することが困難であるという問題を生じた。また、酸化剤がニッケル活物質中に残存し、蓄電池内で悪影響を及ぼすという恐れもあった。

【0004】このようなことから、水酸化ニッケルを高次化させる方法としては、アルカリ水溶液の存在下で電気化学的に酸化させる方法が提案された。この方法においては、水酸化ニッケルとコバルト化合物等の導電補助剤を発泡ニッケル等の導電性基体に充填させた後、このようにして形成された極板を電解液中に浸漬して、充放電させることにより、水酸化ニッケルを高次化させるものであり、酸化剤が存在しないので高容量化に望ましい方法である。

【0005】しかしながら、導電性基体に水酸化ニッケルとコバルト化合物等の導電補助剤を充填した極板を酸化・還元した後、アルカリを離脱させる洗浄工程において活物質が脱落する恐れを生じ、これらの全工程が煩雑で極板の製造工程が複雑になるという問題を生じた。また、この酸化・還元を行う充放電工程において発泡ニッケル等の導電性基体の強度が低下するという問題を生じるとともに、酸化状態にもバラツキが生じるという問題も生じた。

【0006】ここで、水酸化ニッケルを粉末の状態で直接電気化学的に高次化すれば高容量のアルカリ蓄電池を得ることが可能となるが、水酸化ニッケル自体は導電性に乏しいため、通常の電気化学的な酸化方法では水酸化ニッケルを酸化できない。このため、本出願人は、水酸化ニッケルの導電性を向上させるために、水酸化ニッケルの表面に高次コバルト化合物を形成する方法の特開平8-148145号公報および特開平8-148146号公報において提案した。

【0007】これらの特開平8-148145号公報および特開平8-148146号公報において提案した方法においては、水酸化ニッケル粒子の表面に水酸化コバルトを析出させ、このものにアルカリ水溶液を滴下させて加熱空気中で加熱処理することにより、水酸化ニッケルの表面の水酸化コバルトを高次化するものである。このように、水酸化ニッケルの表面に形成された高次コバルト化合物はきわめて導電性が高く、かつ水酸化ニッケル粒子との境界で分子レベルで混ざり合い、接触が密な状態となるため、電気化学反応における電子の授受が円滑に進むため、高性能の電極となすことができるものである。

【0008】しかしながら、上記した特開平8-148145号公報および特開平8-148146号公報において提案された方法においても、水酸化ニッケルは高次化されないため、その嵩密度が小さく、所定の容積の導電性基体に充填できる活物質量が嵩密度が大きい活物質を充填する場合に比較して相対的に少なくなり、この活物質を用いたアルカリ蓄電池の容量が増大しないという問題を生じた。また、水酸化ニッケルが高次化されないと負極板に所定量の放電リザーブを形成する必要があるため、負極活物質の利用効率も低下するという問題も生じた。

【0009】そこで、本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、製造が容易で、かつ導電性が良好な嵩密度が大きくて高次化された水酸化ニッケル活物質を得るとともに、この活物質を用いたアルカリ蓄電池の容量を増大させ、かつ、その活物質利用率を向上させることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明は、水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子

の表面にコバルト化合物を付着させたアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質であって、上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明においては、コバルト化合物は結晶性が乱れ、アルカリカチオンを含む高次コバルト化合物であり、水酸化ニッケルは嵩密度が大きい高次ニッケル化合物としている。

【0011】このように、水酸化ニッケル活物質を嵩密度が大きくかつ高次、即ち平均価数が2価より大きいニッケル化合物を用いると、活物質の充填密度が大きくなり、高容量のアルカリ蓄電池が得られるようになる。また、高次ニッケル化合物を正極活物質とすると、負極に放電リザーブを形成する必要がなくなるため、負極の活物質利用率を向上させることが可能となる。さらに、高次の水酸化ニッケルの表面に結晶性が乱れ、アルカリカチオンを含む高次コバルト化合物を形成すると、高次コバルト化合物は電子伝導性が優れているため、正極の活物質利用率および過放電後の電池容量が向上する。

【0012】請求項2に記載の発明においては、上述のニッケル化合物の平均価数は2.15～2.40と規定している。ニッケル化合物の平均価数を大きくすればする程、即ち、高次にすればする程、ニッケル化合物の嵩密度が大きくなるので、活物質の充填密度が大きくなり、高容量のアルカリ蓄電池が得られるようになるとともに、負極に放電リザーブを形成する必要がなくなるため、負極の活物質利用率を向上させることが可能となる。そして、その平均価数が2.40より大きくなると、その放電は負極の容量により規制されるようになるため、負極が貴な電位にシフトして酸素ガスが発生し、電池特性を低下させる事態となる。また、その平均価数が2.15より小さくなると嵩密度はそれほど大きくなりえない。このため、ニッケル化合物の平均価数は2.15～2.40と規定することが好ましい。

【0013】請求項3に記載の発明においては、上述のコバルト化合物は正極活物質全体に対して1～10重量%と規定している。ニッケル化合物の表面に形成するコバルト化合物の量が少ないと活物質中に形成される導電ネットワークが十分ではなく、また、その量が多くなると電池反応に寄与するニッケル化合物の量が相対的に少なくなるため、コバルト化合物は正極活物質全体に対して1～10重量%とするのが好ましい。

【0014】また、本発明は水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子の表面にコバルト化合物を付着させてアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質とするアルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質の製造方法であって、上述の課題を解決するために、請求項4に記載の発明においては、水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子に平均価数が2価以下のコバルト化合物を付着させる付着工程と、この付着工程によりコバルト化合物が付着した正極活物質粒子をアルカリ水溶液および酸素の共存下で加熱処理してコバルト化合物を結晶性が乱れ、アルカリ

カチオンを含む高次コバルト化合物として正極活物質粒子の表面に付着させるアルカリ熱処理工程と、アルカリ熱処理工程を経た正極活物質粒子をアルカリ水溶液と混合してスラリーとする工程と、このスラリーを電気化学的に酸化して水酸化ニッケルを高密度が大きい高次ニッケル化合物とする充電工程とを備えるようにしている。

【0015】付着工程によりコバルト化合物が付着した正極活物質粒子を加熱処理工程においてアルカリ水溶液および酸素の共存下で加熱処理すると、コバルト化合物は結晶性が乱れ、アルカリ水溶液中のアルカリカチオンを含む高次コバルト化合物となつて、正極活物質粒子の表面に形成される。ついで、このようにその表面に高次コバルト化合物が形成された正極活物質粒子を含むスラリーを充電工程により電気化学的に酸化すると、水酸化ニッケルは高密度が大きい高次ニッケル化合物となる。

【0016】請求項5に記載の発明においては、上述の充電工程における充電電気を調整することにより高次ニッケル化合物の平均価数を2.15～2.40に調整するようにしている。このように充電電気を調整するだけで、酸化剤等を用いることなく、高次ニッケル化合物の高次化の程度を簡単にかつ正確に調整できるようになる。そして、その平均価数を2.15～2.40に調整することにより、アルカリ蓄電池用ニッケル電極活物質として最適な活物質が得られるようになる。

【0017】請求項6に記載の発明においては、上述の付着工程は水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子の表面にコバルト化合物を析出させる工程としたことにある。このように正極活物質粒子の表面にコバルト化合物を析出させるようにすると、次のアルカリ熱処理工程において、正極活物質粒子の表面に高次コバルト化合物を容易に形成することができるようになる。

【0018】請求項7に記載の発明においては、上述の付着工程は水酸化ニッケルを主成分とする正極活物質粒子と水酸化コバルトまたは酸化コバルトあるいは水酸化コバルトと酸化コバルトの両方とを混合する工程としたことにある。このように混合しても、コバルトはアルカリ水溶液に溶けるため、次のアルカリ熱処理工程において正極活物質粒子の表面に付着するとともに、付着したコバルト化合物は高次コバルト化合物となる。

【0019】請求項8に記載の発明においては、上述の高次コバルト化合物は前記正極活物質全重量に対して1～10重量%となるように規定している。ニッケル化合物の表面に形成するコバルト化合物の量が少ないと活物質中に形成される導電ネットワークが十分ではなく、また、その量が多くなると電池反応に寄与するニッケル化合物の量が相対的に少なくなるため、コバルト化合物は正極活物質全体に対して1～10重量%とするのが好ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】

a. 水酸化ニッケル活物質の作製

(1) 実施例1

重量比でニッケル100に対して亜鉛3重量%、コバルト1重量%となるような硫酸ニッケル、硫酸亜鉛、硫酸コバルトの混合水溶液を攪拌しながら、水酸化ナトリウム水溶液およびアンモニア水溶液を徐々に添加し、反応溶液中のpHが13～14になるように維持させて粒状の水酸化ニッケルを析出させる。

【0021】次に、粒状の水酸化ニッケルが析出した溶液に、比重1.30の硫酸コバルト水溶液と25重量%の水酸化ナトリウムを所定量添加し、この反応溶液中のpHが9～10になるように維持させて、水酸化ニッケル析出物を結晶核として、この核の周囲に水酸化コバルト（その平均価数は2価以下のコバルト化合物である）を析出させる。これらの粒状物を採取し、水洗、乾燥して、粒状でその表面に水酸化コバルトを形成したニッケル-亜鉛-コバルト系水酸化ニッケル活物質を作成する。なお、このようにして、水酸化ニッケル活物質の表面に水酸化コバルトを形成させると、水酸化ニッケル活物質全体に対して7重量%の水酸化コバルトが生成される。

【0022】このようにして、その表面に水酸化コバルトを形成したニッケル-亜鉛-コバルト系ニッケル活物質を作成すると、水酸化コバルトが粒状水酸化ニッケルの表面を取り巻くように析出する。一方、硫酸コバルト水溶液と水酸化ナトリウムからなるアルカリ水溶液を添加する前の粒状の水酸化ニッケルの内部には少量の溶解ニッケル化合物が浸透しているが、この溶解ニッケル化合物はアルカリ水溶液の添加により粒子表面に析出する水酸化コバルトと連続一体的に粒子内部で析出する。このため、粒状の水酸化ニッケルの表面に厚く、内部に薄い状態に水酸化コバルトが偏在形成されることとなる。

【0023】このようにして得られたその表面に水酸化コバルトが形成された粒状のニッケル活物質を酸素雰囲気熱気流下でアルカリ水溶液（35重量%の水酸化ナトリウム）を噴霧する。この場合、その表面に水酸化コバルトが形成された粒状のニッケル活物質の温度が60℃となるように加熱度合いを調整し、コバルト量に対して5倍のアルカリ水溶液（35重量%の水酸化ナトリウム）を噴霧した後、活物質の温度が90℃に到達するまで昇温する。

【0024】このようなアルカリ熱処理工程により、粒状の水酸化ニッケルの表面に形成された水酸化コバルトの結晶構造が破壊されて結晶構造に乱れを生じると共に、水酸化ニッケルの酸化が強力に促進されて、その平均価数が2価より大きい高次のコバルト化合物となる。このため、導電性のよい高次のコバルト化合物をその表面に偏在形成させた粒状の水酸化ニッケルが形成されることとなる。

【0025】このようにして作製した導電性のよい高次

のコバルト化合物をその表面に偏在形成させた粒状の水酸化ニッケルの粉体100重量部を150重量部のアルカリ水溶液(6N水酸化カリウム)と混練してスラリー10を作製する。このスラリー10を、図1に示すように、素焼きの陶器等からなる多孔性容器20に充填するとともに、この多孔性容器20内にニッケル電極21を挿入する。ついで、電槽30内にニッケル電極31を配置するとともにアルカリ水溶液(6N水酸化カリウム)32を注入した後、このアルカリ水溶液32中に多孔性容器20を配置する。

【0026】ついで、ニッケル電極21を直流電源40の(+)側に接続し、ニッケル電極31を直流電源40の(-)側に接続して、これらの電極21、31間に電圧を印加し、両電極21、31間に水酸化ニッケルの粉体100g(約23000mAh相当:即ち、コバルト化合物等を含む水酸化ニッケル活物質を完全に充電するためには、水酸化ニッケル活物質1g当たり約230mAhの充電量が必要となる)に対して600mAの電流を流して所定の時間充電する。

【0027】これにより、正極側の水酸化ニッケルは酸化されて高次(2、3価)のニッケル化合物となる。一方、負極側ではアルカリ水溶液32の分解により水素が発生する。このようにして得られた粉体を純水で洗浄した後、乾燥して本実施例1の正極活物質とする。なお、充電電流を600mAの一定として流した場合の充電時間と正極側で生成される高次のニッケル化合物の平均価数の関係は次の表1に示すような結果となった。

【0028】

【表1】

充電時間	ニッケルの平均価数
10	2.25
12	2.30
15	2.38
20	2.47

【0029】なお、上記表1の平均価数は、残留2価ニッケルを鉄イオンと置換した後、酸化還元滴定により求めた。つまり、活物質を酢酸に溶解した後、鉄と置換(具体的には、3価のニッケルを2価の鉄と置換する)させた後、過マンガン酸カリウムで酸化還元滴定をすることにより算出したものである。なお、充電時間を一定にして充電電流を変化させても同様な結果となる。要するに、充電電流量が多くなれば得られる高次のニッケル化合物の平均価数は大きくなる。

【0030】(2) 実施例2

重量比でニッケル100に対して亜鉛3重量%、コバルト1重量%となるような硫酸ニッケル、硫酸亜鉛、硫酸コバルトの混合水溶液を攪拌しながら、水酸化ナトリウ

ム水溶液およびアンモニア水溶液を徐々に添加し、反応溶液中のpHが13~14になるように維持させて粒状の水酸化ニッケルを析出させる。

【0031】この後、得られた反応溶液を濾過した後、水洗し、乾燥を行って、ニッケル-亜鉛-コバルト系水酸化ニッケルの粒状物を得る。このようにして得られた水酸化ニッケルの粒状物に、粒状物に対して7重量%の水酸化コバルトまたは酸化コバルトあるいはこれらの両方(これらの平均価数は2価以下のコバルト化合物となる)を混合して攪拌し、水酸化ニッケルの粒状物に水酸化コバルトまたは酸化コバルトあるいはこれらの両方を付着させる。

【0032】このように水酸化コバルトまたは酸化コバルトあるいはこれらの両方が付着した水酸化コバルトを酸素雰囲気下の熱気流下でアルカリ水溶液(35重量%の水酸化ナトリウム)を噴霧する。この場合、水酸化ニッケルの温度が60℃となるように加熱度合いを調整し、コバルト量に対して5倍のアルカリ水溶液(35重量%の水酸化ナトリウム)を噴霧した後、水酸化ニッケルの温度が90℃に到達するまで昇温する。

【0033】このようなアルカリ熱処理工程により、コバルトはアルカリ水溶液に溶解するため、粒状の水酸化ニッケルの表面に水酸化コバルト層が形成され、この水酸化コバルトの結晶構造が熱により破壊されて結晶構造に乱れを生じると共に、水酸化コバルトの酸化が強力に促進されて、その平均価数が2価より大きい高次のコバルト化合物となる。このため、導電性のよい高次のコバルト化合物をその表面に偏在形成させた粒状の水酸化ニッケルが形成されることとなる。なお、このようにして、水酸化ニッケル活物質の表面に高次コバルト化合物を形成させると、水酸化ニッケル活物質全体に対して7重量%のコバルト化合物が生成される。

【0034】ついで、上述の実施例1と同様にして、水酸化ニッケルの粉体100重量部を150重量部のアルカリ水溶液(6N水酸化カリウム)と混練してスラリー10を作製し、このスラリー10を、素焼きの陶器等からなる多孔性容器20に充填するとともに、この多孔性容器20内にニッケル電極21を挿入する。ついで、電槽30内にニッケル電極31を配置するとともにアルカリ水溶液(6N水酸化カリウム)32を注入した後、このアルカリ水溶液32中に多孔性容器20を配置する。

【0035】ついで、ニッケル電極21を直流電源40の(+)側に接続し、ニッケル電極31を直流電源40の(-)側に接続して、これらの電極21、31間に電圧を印加し、両電極21、31間に水酸化ニッケルの粉体100gに対して600mAの電流を流して所定の時間充電する。これにより、正極側の水酸化ニッケルは酸化されて高次(2、3価)のニッケル化合物となる。一方、負極側ではアルカリ水溶液32の分解により水素が発生する。このようにして得られた粉体を純水で洗浄し

た後、乾燥して本実施例2の正極活物質とする。なお、充電時間と正極側で生成される高次のニッケル化合物の平均価数の関係は上述した表1と同様である。

【0036】(3) 比較例1

重量比でニッケル100に対して亜鉛3重量%、コバルト1重量%となるような硫酸ニッケル、硫酸亜鉛、硫酸コバルトの混合水溶液を攪拌しながら、水酸化ナトリウム水溶液およびアンモニア水溶液を徐々に添加し、反応溶液中のpHが13~14になるように維持させて粒状の水酸化ニッケルを析出させる。

【0037】この後、得られた反応溶液を濾過した後、水洗し、乾燥を行って、ニッケル-亜鉛-コバルト系水酸化ニッケルの粒状物を得る。このようにして得られた水酸化ニッケルの粒状物に、この粒状物に対して7重量%の酸化コバルト（この平均価数は2価以下のコバルト化合物となる）を混合して攪拌し、水酸化ニッケルの粒状物に酸化コバルトを添加した比較例1の活物質とする。

【0038】(4) 比較例2

重量比でニッケル100に対して亜鉛3重量%、コバルト1重量%となるような硫酸ニッケル、硫酸亜鉛、硫酸コバルトの混合水溶液を攪拌しながら、水酸化ナトリウム水溶液およびアンモニア水溶液を徐々に添加し、反応溶液中のpHが13~14になるように維持させて粒状の水酸化ニッケルを析出させる。

【0039】次に、粒状の水酸化ニッケルが析出した溶液に、比重1.30の硫酸コバルト水溶液と25重量%の水酸化ナトリウムを添加し、この反応溶液中のpHが9~10になるように維持させて、水酸化ニッケル析出物を結晶核として、この核の周囲に水酸化コバルト（その平均価数は2価以下のコバルト化合物である）を析出させる。これらの粒状物を採取し、水洗、乾燥して、粒状でその表面に水酸化コバルト（水酸化ニッケル活物質に対して7重量%）を形成したニッケル-亜鉛-コバルト系水酸化ニッケル活物質を作成する。

【0040】このようにして得られたその表面に水酸化コバルトが形成された粒状のニッケル活物質を酸素雰囲気、熱気流下でアルカリ水溶液（35重量%の水酸化ナトリウム）を噴霧する。この場合、その表面に水酸化コバルトが形成された粒状のニッケル活物質の温度が60℃となるように加熱度合いを調整し、コバルト量に対して5倍のアルカリ水溶液（35重量%の水酸化ナトリウム）を噴霧した後、活物質の温度が90℃に到達するまで昇温する。このようにして得られた導電性のよい高次のコバルト化合物をその表面に偏在形成させた粒状の水酸化ニッケルを比較例2の活物質とする。

【0041】(5) 比較例3

比較例2にて得られた、その表面に導電性のよい高次コバルト化合物を偏在形成させた粒状の水酸化ニッケル活物質100gに3規定の次亜塩素酸ナトリウム500m

1を強アルカリ下で約3時間放置（なお、ニッケルの価数が約2.3価となるように放置時間を調整する）し、水酸化ニッケルを酸化させて高次（約2.3価）のニッケル化合物とする。この後、純水により十分に洗浄して比較例3の活物質とする。

【0042】(6) 比較例4

重量比でニッケル100に対して亜鉛3重量%、コバルト1重量%となるような硫酸ニッケル、硫酸亜鉛、硫酸コバルトの混合水溶液を攪拌しながら、水酸化ナトリウム水溶液およびアンモニア水溶液を徐々に添加し、反応溶液中のpHが13~14になるように維持させて粒状の水酸化ニッケルを析出させる。

【0043】この後、得られた反応溶液を濾過した後、水洗し、乾燥を行って、ニッケル-亜鉛-コバルト系水酸化ニッケルの粒状物を得る。このようにして得られた水酸化ニッケルの粒状物100gに3規定の次亜塩素酸ナトリウム500mlを強アルカリ下で約3時間放置（なお、ニッケルの価数が約2.3価となるように放置時間を調整する）し、水酸化ニッケルを酸化させて高次（約2.3価）のニッケル化合物とする。この後、純水により十分に洗浄して得られた水酸化ニッケルの粒状物に、この粒状物に対して7重量%の酸化コバルト（この平均価数は2価以下のコバルト化合物となる）を混合し、水酸化ニッケルの粒状物に酸化コバルトを添加した比較例4の活物質とする。

【0044】b. 活物質密度の測定

上述のように作製した実施例1、2および比較例1~4の各水酸化ニッケル活物質の密度を測定すると次の表2に示すような結果となった。なお、この活物質密度の測定は次のようにして行った。上記各活物質をそれぞれ10gずつ精秤し、100ccのメスシリンダを用いてタッピングをそれぞれ200回行い、1cc当たりの質量を求める。なお、次の表2の活物質密度は比較例3の活物質密度を100として求めた値を示している。

【0045】

【表2】

活物質	ニッケル価数	活物質密度
実施例1	2.3	109
実施例2	2.3	109
比較例1	2.0	103
比較例2	2.0	105
比較例3	2.3	100
比較例4	2.3	98

【0046】上記表2から明らかなように、実施例1、2の活物質密度は各比較例の活物質密度より高くなった。この理由は次のように考えられる。即ち、一般的

に、3価の水酸化ニッケル（オキシ水酸化ニッケル）は2価の水酸化ニッケルに比較して密度が高く、2価より価数が大きくなるにしたがって密度が高くなる傾向がある。また、2価のコバルト化合物（水酸化コバルトあるいは酸化コバルト）は比較的高いため、このようなコバルト化合物を水酸化ニッケル活物質とともに用いる（比較例1、4）と活物質密度が小さくなる。

【0047】したがって、コバルト化合物を添加していない実施例1、2の水酸化ニッケル活物質の活物質密度は大きくなるものと考えられる。なお、比較例3、4の水酸化ニッケル活物質は比較例1、2の水酸化ニッケル活物質より活物質密度が小さいことから考えて、高密度が低い γ 型オキシ水酸化ニッケルが多く生成されているものと考えられる。

【0048】c. ニッケル電極の作製

上述のように作製した実施例1、2および比較例1～4の各水酸化ニッケル活物質100重量部と、0.2重量%のヒドロキシプロピルセルロース水溶液50重量部とを混練して活物質スラリーを作製する。このようにして作製した活物質スラリーを多孔度95%で、厚み1.6mmの発泡ニッケルからなる基板に充填し、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）水溶液に浸漬した後、乾燥を行う。乾燥後、厚み0.60mmとなるように圧延を行い非焼結式ニッケル正極を作製した。

【0049】d. 単極試験

（1）活物質利用率

上述のように作製した非焼結式ニッケル正極を水酸化ニッケル活物質が1gとなるような所定形状に切断して電極板とし、この電極板の対極としてニッケル板を用い、これらの電極板とニッケル板とを開放型の電槽に収容

*し、この電槽内に25重量%の水酸化カリウム電解液を注入して、開放型の簡易セルを作製する。このように作製した簡易セルに0.1Cの充電電流で24時間充電を行い、その後、1/3Cの放電電流で終止電圧がニッケルに対して-0.8Vになるまで放電させる充放電試験を行った。試験後、電極板の活物質を脱落させて活物質量を求め、この活物質量1g当たりの放電容量を求めて、理論放電容量に対する放電容量の比率から活物質利用率（利用率）を下記の数1に基づいて算出すると下記の表3に示すような結果となった。

【0050】

【数1】

利用率＝（放電容量／理論放電容量）×100（%）

なお、理論放電容量は水酸化ニッケル1g当たり289mAhとして算出し、この理論放電容量にはコバルト化合物等は含まない水酸化ニッケルのみにより換算した。

【0051】（2）極板膨潤性

上記簡易セルを用いて、室温0℃で、0.05Cの放電電流で48時間の連続放電試験を行う。連続放電試験後の活物質をX線回析試験を行い、放電により生成した γ 型水酸化ニッケルと β 型水酸化ニッケルの生成量比（ γ 型水酸化ニッケルの生成量／ β 型水酸化ニッケルの生成量）を測定し、この生成量比を極板の膨潤性の指標とした。この膨潤性は下記の表3に示すような結果となった。そして、この膨潤性の定義からすると、この数値が小さいものほどニッケル電極として好ましいこととなる。なお、この膨潤性において比較例3の活物質を用いた電極の膨潤性を100として求めた。

【0052】

【表3】

活物質	ニッケル価数	活物質密度	利用率	膨潤性	単位体積容量
実施例1	2.3	1.09	101	81	110
実施例2	2.3	1.09	101	82	110
比較例1	2.0	1.03	95	79	98
比較例2	2.0	1.05	99	80	104
比較例3	2.3	1.00	101	100	101
比較例4	2.3	98	101	98	99

【0053】なお、上記表3において、単位体積容量は活物質密度と利用率との積（例えば、実施例1においては、 $1.09 \times 1.01 = 1.10$ ）により求めた。

【0054】上記表3より明らかなように、活物質利用率においては、比較例1の活物質を用いた電極板の活物質利用率は小さく、他の活物質を用いた電極板の活物質利用率はほぼ同様の活物質利用率を示した。また、活物質利用率と活物質密度との積で表わせる単位体積容量は実施例1および実施例2の活物質を用いた電極板は大き

く、各比較例の活物質を用いた電極板は小さかった。

【0055】即ち、水酸化ニッケル粒子の表面に高次化したコバルト化合物を有さない比較例1の活物質を用いた電極板は活物質利用率および単位体積容量が最も低くなり、ついで、水酸化ニッケル粒子の表面に高次化したコバルト化合物を有していても、水酸化ニッケルを高次化しなかった比較例2の活物質を用いた電極板および水酸化ニッケルを電気化学的に高次化しなかった比較例3、4の活物質を用いた電極板は活物質密度が低いため

・単位体積容量が低くなった。

【0056】また、極板の膨潤性においては、水酸化ニッケルを電気化学的に高次化しなく、酸化剤により化学的に酸化した比較例3、4の活物質を用いた電極板の膨潤率は他のものと比較して劣っている。このことから、比較例3、4の活物質は酸化剤により化学的に酸化すると、 γ 型オキシ水酸化ニッケルが多量に生成されているものと考えられる。

【0057】e. 負極の作製

ミッシュメタル(Mm:希土類元素の混合物)、ニッケル、コバルト、アルミニウム、およびマンガンを用いて、3.6:0.6:0.2:0.6の比率で混合し、この混合物をアルゴンガス雰囲気の高周波誘導炉で誘導加熱して合金溶湯となす。この合金溶湯を公知の方法で冷却し、組成式 $Mm1.0Ni3.6Co0.6Al0.2Mn0.6$ で表される水素吸蔵合金のインゴットを作製する。この水素吸蔵合金インゴットを機械的に粉砕し、平均粒子径が約 $100\mu m$ の水素吸蔵合金粉末となし、この水素吸蔵合金粉末にポリエチレンオキサ이드等の結着剤と、適量の水を加えて混合して水素吸蔵合金ペーストを作製する。このペーストをバンチングメタルに塗布し、乾燥した後、厚み $0.4mm$ に圧延して水素吸蔵合金負極を作製する。

【0058】f. 電池の作製

上述のように作製した非焼結式ニッケル正極(水酸化ニッケル活物質が約 $5g$ となるように所定寸法に切断したもの)と水素吸蔵合金負極とをポリプロピレン製不織布のセパレータを介して巻回して、渦巻状の電極群を作製した後、この電極群を外装缶に挿入する。その後、外装缶内に電解液として水酸化カリウム水溶液を注入し、更に外装缶を封口して、公称容量 $1AH$ のAAサイズのニッケル-水素蓄電池を組み立てる。

【0059】g. 過放電特性試験(容量回復率)

上述のようにして作製したニッケル-水素蓄電池を用いて、以下の(1)～(7)手順で過放電試験を行った。

【0060】(1) $1200mA$ で充電し、電池電圧が極大となった後、電池電圧が $10mV$ 低下した時点で充電を停止し、1時間休止する。

(2) 1時間休止後、 $1200mA$ の放電電流で電池電圧が $1V$ になるまで放電させる。このときの放電時間から放電容量 X を求める。

(3) ついで、放電後、さらに $60mA$ の放電電流で16時間強制放電させる。

(4) 再度、 $1200mA$ で充電し、電池電圧が極大となった後、電池電圧が $10mV$ 低下した時点で充電を停止し、1時間休止する。

(5) 1時間休止後、 $1200mA$ の放電電流で電池電圧が $1V$ になるまで放電させる。

(6) ついで、放電後、さらに $60mA$ の放電電流で16時間強制放電させる。

【0061】(7) 上記(4)～(6)の充放電サイクルを9サイクル繰り返した後、さらに、上記(4)、(5)の充放電サイクルを5サイクル繰り返し、最後の(5)のときの放電時間から過放電後の放電容量 Y を求める。

【0062】このようにして求めた放電容量 X 、 Y から、過放電後の容量回復率 Z を $Z = (Y/X) \times 100(\%)$ として算出する。この結果は下記の表4に示すようになった。なお、表4において、比較例3の活物質を用いて作製したニッケル-水素蓄電池の容量回復率を 100 として求めた。

【0063】

【表4】

活物質	ニッケル価数	容量回復率
実施例1	2.3	119
実施例2	2.3	119
比較例1	2.0	100
比較例2	2.0	120
比較例3	2.3	100
比較例4	2.3	98

【0064】上記表4より明らかなように、実施例1、2および比較例2の活物質を用いて作製したニッケル-水素蓄電池の容量回復率が大きかった。このことから、高次のコバルト化合物がその表面に形成された水酸化ニッケル活物質(実施例1、2および比較例2の活物質)を用いると、容量回復率は大きくなるが、高次のコバルト化合物がその表面に形成させても水酸化ニッケルを酸化剤により高次化(比較例3の活物質)すると、逆に容量回復率は小さくなることが分かる。この理由は、水酸化ニッケル酸化剤により化学的に酸化して高次化すると、 γ 型オキシ水酸化ニッケルが多量に生成されるからと考えることができる。

【0065】h. サイクル特性

ついで、実施例1により作製した水酸化ニッケル活物質を用いたニッケル-水素蓄電池のニッケル価数とサイクル特性との関係について検討する。上述のa. (1)の項で述べた充電工程において、その充電時間を調整して得られたニッケルの平均価数2.30の活物質(充電時間12時間)を活物質Aとし、ニッケルの平均価数2.40の活物質(充電時間16時間)を活物質Bとし、ニッケルの平均価数2.45の活物質(充電時間19時間)を活物質Cとする。このようにして得られた各活物質A、B、Cを用いて上記cの項で作製するのと同様の方法によりニッケル電極をそれぞれ作製する。これらの各ニッケル電極と上記eの項で作製された水素吸蔵合金負極(なお、この負極はニッケル電極の倍の放電容量

を有するものとする)をそれぞれ用い、上記fの項で作製するのと同様の方法でニッケル-水素蓄電池をそれぞれ作製する。

【0066】このようにして作製された各ニッケル-水素蓄電池を、以下の(1)～(4)手順で放電試験を行った。

(1) 1200mAhで充電し、電池電圧が極大となった後、電池電圧が10mV低下した時点で充電を停止する。

(2) 充電を1時間休止する。

(3) 1時間休止後、1200mAの放電電流で電池電圧が1Vになるまで放電させる。

(4) 放電を1時間休止する。

(5) 上記(1)～(4)充放電工程を1サイクルとし、100サイクル繰り返す。

【0067】そして、1サイクル目の放電電気量 α を測定するとともに、100サイクル目の放電電気量 β を測定し、その放電電気量比(β/α)を求めてサイクル特性を調べると下記の表5に示すような結果となった。なお、表5において、活物質Aを用いたニッケル-水素蓄電池の放電電気量比を100として求めた。

【0068】

【表5】

活物質	ニッケル価数	サイクル特性
A	2.30	100
B	2.40	100
C	2.45	53

【0069】上記表5より明らかなように、活物質C(活物質平均のニッケル価数は2.45)を用いたニッケル-水素蓄電池の放電電気量比が極端に低下することが分かる。この原因としては、ニッケル価数を2.4より大きくすると、電池の放電末期に負極容量が少なくなり、負極が電池容量を支配するようになり、充放電サイクルに伴い、負極が劣化して容量が低下すると考えることができる。

【0070】即ち、通常、密閉型のアルカリ蓄電池においては、正極が電池の容量を支配するような状態に設定している。つまり、電池の放電末期に電池の電位が低下するのは、正極の電位が単に変化し、負極の電位は変化しない状態にするのが有利である。このことは、カドミウム負極や水素吸蔵合金負極が水酸化ニッケル正極の酸化還元電位になった場合、負極の特性が大きく低下するためである。なお、正極も負極の酸化還元電位になった場合、活物質利用率が低下するが、負極が低下する場合に比較して影響が小さい。

【0071】このように、電池内での負極の電位挙動が安定になるように、正極の放電末期の時点でもある程度

負極に容量を持たせた状態(残存容量)が望ましい。この負極の残存容量のことを一般的には放電リザーブといわれる。なぜならば、正極の容量がなくなる前に負極の容量がなくなれば、負極はその電流密度を維持すべく酸素発生電位まで変化するので負極に特性の劣化が生じるからである。従来、このような放電リザーブを確保するために、2価の水酸化ニッケルや3価以下のコバルト化合物を用いたり、負極を予め充電して負極の容量を大きくする方法が採用されていた。

10 【0072】したがって、本発明のように、負極を予め充電しない状態においては、正極のニッケル価数が2.4を越えると負極が電池容量を支配するようになり、充放電サイクルに伴い、負極が劣化するため、正極の水酸化ニッケル活物質の平均ニッケル価数は2.4以下とする必要がある。また、正極の水酸化ニッケル活物質の平均ニッケル価数を2.15より小さくすると、活物質密度向上効果および放電リザーブ削減効果が得られなくなるため、正極の水酸化ニッケル活物質の平均ニッケル価数は2.15以上とする必要がある。このことから、正極の水酸化ニッケル活物質の平均ニッケル価数は2.15～2.4の範囲に調整することが好ましい。

20 【0073】なお、本実施形態においては、電気化学的に酸化して水酸化ニッケルを高次化するに際して、ニッケル価数を調整する手段として充電の電気量により調整するようにしているが、ほとんど3価にしたオキシ水酸化ニッケルと高次化してない水酸化ニッケルを混合して活物質全体の平均としてのニッケル価数を2.15～2.40として調整するようにしてもよい。

30 【0074】i. コバルト量の検討
ついで、実施例1により作製した水酸化ニッケル活物質を用いたニッケル-水素蓄電池のニッケル価数とサイクル特性との関係について検討する。上述の実施例1と同様にして、重量比でニッケル100に対して亜鉛3重量%、コバルト1重量%となるような硫酸ニッケル、硫酸亜鉛、硫酸コバルトの混合水溶液を攪拌しながら、水酸化ナトリウム水溶液およびアンモニア水溶液を徐々に添加し、反応溶液中のpHが13～14になるように維持させて粒状の水酸化ニッケルを析出させる。

40 【0075】次に、粒状の水酸化ニッケルが析出した溶液に、比重1.30の硫酸コバルト水溶液と25重量%の水酸化ナトリウムを添加し、この反応溶液中のpHが9～10になるように維持させて、水酸化ニッケル析出物を結晶核として、この核の周囲に水酸化コバルトを析出させる。このとき、硫酸コバルト水溶液の添加量を調整することにより、水酸化コバルトの析出量を調整し、水酸化ニッケル活物質に対して0.7重量%、1.0重量%、3.0重量%、7.0重量%、10.0重量%、11.0重量%の水酸化コバルトをそれぞれ析出させる。

50 【0076】このようにして水酸化コバルトの析出量を調

整した粒状物を採取し、水洗、乾燥して、粒状でその表面に水酸化コバルトを水酸化ニッケル活物質に対して 0.7 重量%、1.0 重量%、3.0 重量%、7.0 重量%、10.0 重量%、11.0 重量%それぞれ形成したニッケル-亜鉛-コバルト系水酸化ニッケル活物質 D、E、F、G、H、I を作成する。

【0077】このようにして作成した水酸化ニッケル活物質 D、E、F、G、H、I をそれぞれ上述した実施例 1 と同様にして、アルカリ熱処理および充電処理して得られた各活物質 D、E、F、G、H、I を用いて上記 c の項で作製するのと同様の方法によりニッケル電極をそれぞれ作製する。上述のように作製した非焼結式ニッケル正極を水酸化ニッケル活物質が 1g となるような所定形状に切断して電極板とし、この電極板の対極としてニッケル板を用い、これらの電極板とニッケル板とを開放*

* 型の電槽に収容し、この電槽内に 25 重量%の水酸化カリウム電解液を注入して開放型の簡易セルを作製する。

【0078】このように作製した簡易セルに 0.1C の充電電流で 24 時間充電を行い、その後、1/3C の放電電流で終止電圧がニッケルに対して -0.8V になるまで放電させる充放電試験を行った。試験後、電極板の活物質を脱落させて活物質量を求め、この活物質量 1g 当たりの放電容量（単位活物質容量）を求めると、下記の表 6 に示すような結果となった。なお、表 6 において、活物質 F（コバルト量が 3.0 重量%のもの）を用いた水酸化ニッケル正極板の放電容量（単位活物質容量）を 100 とした求めた。

【0079】

【表 6】

活物質	ニッケル価数	コバルト量	単位活物質容量
D	2.30	0.7	93
E	2.30	1.0	99
F	2.30	3.0	100
G	2.30	7.0	101
H	2.30	10.0	100
I	2.30	11.0	95

【0080】上記表 6 より明らかなように、コバルト量が少なくても多くても単位活物質容量が減少する。この理由は次のように考えることができる。即ち、コバルト量が 1.0 重量%より少ないと活物質中に形成される導電ネットワークが十分ではないため、放電時に活物質全部が還元されることがないため、単位活物質容量が少なくなるものと考えられる。また、コバルト量が 10.0 重量%より多くなると、活物質中に形成される導電ネットワークが十分になるが、直接電気化学反応に関与しないコバルト量が直接電気化学反応に関与する水酸化ニッケル活物質量を相対的に少なくするため、単位活物質容

量が少なくなるものと考えられる。

【0081】したがって、活物質全体に対するコバルト量は 1.0～10 重量%とするのが好ましい。

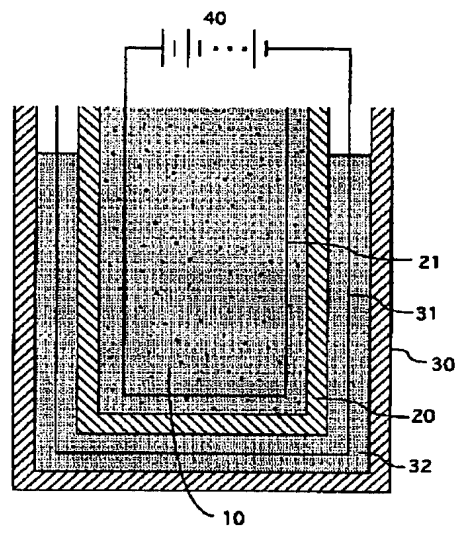
30 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の充電工程において水酸化ニッケルを高次化するための装置の概略を示す図である。

【符号の説明】

10…スラリー、20…多孔性容器、21…ニッケル電極、30…電槽、31…ニッケル電極、32…アルカリ電解液、40…直流電源

【図 1】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】平成 13 年 3 月 23 日 (2001. 3. 23)

【公開番号】特開平 11-25967

【公開日】平成 11 年 1 月 29 日 (1999. 1. 29)

【年通号数】公開特許公報 11-260

【出願番号】特願平 9-179941

【国際特許分類第 7 版】

H01M 4/52

4/32

【F I】

H01M 4/52

4/32

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 2 月 17 日 (2000. 2. 17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正内容】

【0058】f. 電池の作製

上述のように作製した非焼結式ニッケル正極（水酸化ニッケル活物質が約 5 g となるように所定寸法に切断したもの）と水素吸蔵合金負極とをポリプロピレン製不織布のセパレータを介して巻回して、渦巻状の電極群を作製した後、この電極群を外装缶に挿入する。その後、外装缶内に電解液として水酸化カリウム水溶液を注入し、更に外装缶を封口して、公称容量 1 A h の AA サイズのニッケル-水素電池を組み立てる。